

son homologue: dans ce processus, l'enzyme échange la partie détériorée d'un brin d'ADN avec le fragment équivalent d'un brin homologue intact. Une troisième enzyme, l'exonucléase, excise totalement des morceaux d'ADN endommagé.

Les rayonnements de haute énergie et la dessiccation produisent un autre type de dommage génétique, consistant en une cassure des deux brins d'ADN. La cellule irradiée réagit à cette destruction en produisant plus de protéines RecA. Cette protéine se lie à l'ADN simple brin et enclenche une cascade de réactions qui conduit à la réparation de la cassure et au retour de l'ADN sous sa forme de double hélice.

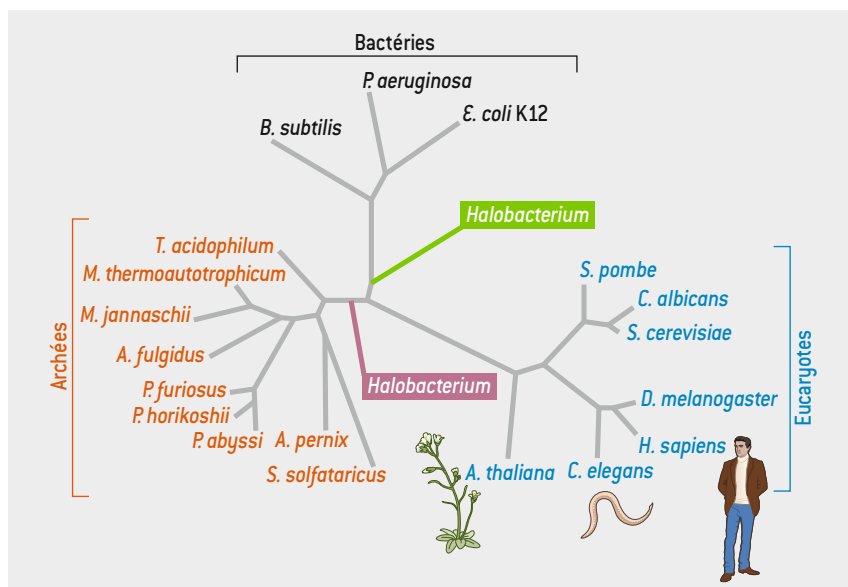
Les métaux toxiques et les concentrations fluctuantes en ions sont également des stress importants pour la cellule: *Halobacterium* NRC-1 y résiste grâce à plusieurs gènes. Par exemple, les cellules contrecarrent les effets de l'arsenic (qui bloque la production d'énergie et l'activité des protéines) en activant un groupe de gènes codant des enzymes qui modifient l'état d'oxydation du métal et le préparent à un transport actif hors de la cellule. Un autre gène ferait partie d'un second système de détoxification, qui transforme l'arsenic en une forme volatile, la triméthylarsine.

Enfin, l'une des conditions les plus stressantes pour les haloarchées est le manque ou l'absence d'oxygène, car la production d'énergie utilisant l'oxygène devient alors impossible. NRC-1 réagit de plusieurs façons. L'une d'elles consiste à élaborer des vésicules emplies de gaz grâce auxquelles les cellules flottent et rejoignent donc des zones aérobies en surface. Dans ces conditions, NRC-1 fabrique plus de bactériorhodopsine et améliore la capture de la lumière.

En avant... Mars

Cependant, en l'absence irrémédiable d'oxygène, les cellules optent pour un autre mode de conversion de l'énergie, qui utilise le diméthyle sulfoxyde produit par d'autres microbes et le triméthylamine N-oxyde produit par les poissons (dans le cas où NRC-1 vit en mer), pour effectuer la « respiration anaérobie ».

Nous ne savons pas encore comment NRC-1 régule les différents groupes de gènes en fonction de l'environnement, mais nous avons proposé un mécanisme qui explique une partie de cette complexité.



6. LA POSITION DE HALOBACTERIUM NRC-1 sur l'arbre phylogénétique pose encore des problèmes. Selon les parties du génome étudiées, le micro-organisme est soit une bactérie (en vert), soit une archée (en violet).

Nous pensons que deux facteurs de transcription généraux, TBP et TFB, agissent eux-mêmes en tant que régulateurs. Les facteurs de transcription sont des protéines qui régulent l'expression d'un gène, ce qui augmente ou diminue la quantité intracellulaire de protéine codée par ce gène. Bien que les protéines TBP et TFB soient habituellement codées chacune par un seul gène chez les archées et les eucaryotes, *Halobacterium* NRC-1 contient six gènes codant le facteur TBP et sept codant le TFB, augmentant le nombre de combinaisons possibles de TBP et TFB au cours de la transcription. Des paires spécifiques pourraient activer des ensembles de gènes destinés à travailler de concert, par le biais de séquences régulatrices trouvées près des gènes en question. Notre hypothèse est étayée par de récents travaux mettant en évidence un nouveau mécanisme régulateur de ce type chez les haloarchées.

Grâce à leur machinerie cellulaire complexe, probablement empruntée en partie à d'autres organismes, les haloarchées font preuve d'une remarquable robustesse en survivant dans des milieux pour le moins inhospitaliers. On peut même les conserver plusieurs dizaines, voire plusieurs centaines d'années dans des cristaux de sel ! Ces formidables adaptations aux milieux difficiles rappellent les conditions qui règnent sur... Mars. Alors, à quand la découverte d'une forme de vie semblable sur la planète rouge ? ■

L'AUTEUR



Shiladitya DASSARMA travaille au Centre de biotechnologie marine, à l'Université du Maryland.

Nous remercions la revue *American Scientist* de nous avoir autorisés à publier cet article.

✓ BIBLIOGRAPHIE

L. DeVeaux *et al.*, Extremely radiation-resistant mutants of a halophilic archaeon with increased single-stranded DNA binding protein (RPA) gene expression, *Radiation Res.*, vol. 168, pp. 507-514, 2007.

J. Coker *et al.*, Genetic and transcriptomic analysis of transcription factor genes in the model halophilic Archaeon: Coordinate action of TbpD and TfbA, *BMC Genetics*, vol. 8, p. 61, 2007.

S. DasSarma, Extreme halophiles are models for astrobiology, *Microbe*, vol. 1, pp. 120-12, 2006.

LES LIMITES DE LA SCIENCE

Nourrir la planète : quelles limites ?

Dans une quarantaine d'années, la population mondiale dépassera neuf milliards de personnes. Comment les nourrir ? Ce défi se heurte à de nombreuses limites, notamment augmenter la production agricole tout en respectant l'environnement.

Entretien avec Hervé GUYOMARD, directeur scientifique à l'Institut national de la recherche agronomique, INRA.

→ Pour la Science

Dans l'histoire de l'humanité, les famines ont été fréquentes et dévastatrices.

Aujourd'hui, quelles sont les populations les plus exposées ?

→ Hervé Guyomard

Durant les dernières décennies, c'est principalement l'Afrique qui a été touchée, les épisodes de famine les plus récents étant ceux du Darfour en 2004, du Niger en 2005, du Zimbabwe aujourd'hui. En ce début du XXI^e siècle, la faim dans le monde est plus une question d'accès à l'alimentation qu'un manque de nourriture à l'échelle de la planète. C'est en premier lieu un problème de répartition déséquilibrée des ressources alimentaires qui pénalise les pays les plus pauvres.

→ Pour la Science

En laissant les famines de côté, quelle est la proportion de la population mondiale souffrant de sous-nutrition ?

→ Hervé Guyomard

Il n'y a plus de famines dans les pays développés (États-Unis, Europe, Australie, Japon, etc.). Ce constat ne doit cependant pas occulter le fait que même dans les pays dits riches, une proportion non négligeable de la population (environ dix pour cent) souffre encore, plus ou moins régulièrement, de la faim. À l'échelle mondiale, la sous-nutrition concerne essentiellement le monde en développement, notamment les pays les plus pauvres. Sur les six milliards d'habitants que compte la planète, près d'un milliard souffrent de sous-nutrition et un milliard de maladies non

transmissibles liées à une alimentation excessive ou déséquilibrée, en premier lieu l'obésité. Nous sommes face à un paradoxe, désigné sous le terme de double fléau : les pays en développement sont simultanément face à des problèmes de sous-nutrition et de surnutrition.

→ Pour la Science

La révolution verte a permis d'accroître la production agricole dans les pays en développement, surtout dans les pays asiatiques. Comment s'est passée cette transition ?

→ Hervé Guyomard

Dans les pays développés de l'Organisation de coopération et de développement économiques, l'OCDE, on associe la « révolution agricole » à la diffusion du machinisme au début du siècle dernier. Le tracteur a permis non seulement d'accroître les surfaces cultivées, mais aussi et surtout d'augmenter la productivité du travail agricole, c'est-à-dire le nombre d'hectares mis en valeur par un seul homme. La force de travail ainsi libérée a pu satisfaire les besoins de main-d'œuvre du secteur industriel alors en expansion. Les machines sont progressivement devenues de plus en plus performantes. En même temps, les progrès en matière de sélection des variétés cultivées et le recours croissant aux engrais minéraux et aux produits de traitement des cultures pour lutter contre les mauvaises herbes, champignons, ravageurs, etc., ont permis d'augmenter les rendements. En Europe et aux États-Unis, ce mouvement de modernisation et d'in-

dustrialisation de l'agriculture s'est accéléré au lendemain de la Seconde Guerre mondiale. En Asie, l'évolution fut plus tardive. Connue sous le nom de révolution verte, l'Asie est parvenue à augmenter les rendements (comme indiqué précédemment via la sélection de variétés performantes, l'emploi d'engrais et de produits de traitement des cultures, et/ou le recours à l'irrigation) ; en revanche, la mécanisation a joué ici un rôle moins important. Jusqu'à présent, l'Afrique est restée à l'écart de ce mouvement. Aujourd'hui, nous sommes confrontés à deux défis agricoles : dans les pays où les rendements sont d'ores et déjà élevés, comment maintenir les niveaux actuels de production, voire les augmenter, tout en réduisant les pressions négatives sur l'environnement liées à une utilisation souvent excessive de substances chimiques ? Dans les pays en développement, plus particulièrement en Afrique, comment accroître la production et protéger les ressources naturelles ?

→ Pour la Science

Existe-t-il des espèces végétales particulièrement adaptées pour répondre à ce défi ?

→ Hervé Guyomard

Très peu d'espèces cultivées – environ une trentaine – assurent l'essentiel de notre nourriture. En outre, le nombre d'espèces cultivées a tendance à diminuer, de même que le nombre de variétés au sein de chaque espèce. Les céréales viennent en tête avec un total mondial d'un peu plus de deux milliards de tonnes (essentiellement

le blé, le maïs et le riz). Puis viennent, mais loin derrière, les tubercules (pomme de terre, manioc, igname, patate douce, etc.) avec une production mondiale d'environ 800 millions de tonnes. Plus loin encore, arrivent les plantes oléagineuses (soja, arachide et en Europe, essentiellement colza et tournesol) et les plantes sucrières (canne à sucre et en Europe, essentiellement betterave à sucre). Par ailleurs, une faible proportion seulement de la production agricole mondiale (environ dix pour cent) est échangée sur les marchés internationaux, de sorte que les prix mondiaux « sur-réagissent » à toute variation du commerce mondial, à la baisse en cas d'excès de l'offre destinée à l'exportation comme à la hausse en cas de déficit.

→ Pour la Science

Une partie des céréales commercialisées est stockée. Comment sont organisés ces stockages ?

→ Hervé Guyomard

Le stockage des produits agricoles peut être assuré par les autorités publiques ou des opérateurs privés, éventuellement subventionnés et délégués à cette fin par les États. Il peut répondre à un objectif strictement commercial – pour écouler la production au moment où les prix sont au plus haut –, mais aussi à des considérations géopolitiques dans le cadre des stocks dits stratégiques. À l'échelle de la planète, il n'existe pas de politique concertée de stockage des denrées agricoles visant à faire face à des situations de manque dans certains pays et à limiter les fluctuations des cours mondiaux. Soulignons enfin la difficulté d'évaluer tant la quantité que la qualité des stocks quand ces derniers sont détenus, au moins pour partie, à des fins stratégiques (comme c'est le cas des stocks de céréales en Chine, par exemple).

→ Pour la Science

Quelles mesures ont été prises pour maintenir les stocks ?

→ Hervé Guyomard

En un mot : aucune ! Jusqu'au début de la décennie 1990, les États-Unis et l'Union européenne ont assuré conjointement le

rôle de « stockeur mondial », principalement sous la forme de stocks de céréales, pour soutenir leurs agricultures et leurs agriculteurs. Mais stocker coûte cher. Les États-Unis et l'Union européenne ont donc adopté diverses mesures visant à réduire leurs stocks de façon à réaliser des économies budgétaires. Cette décision politique a été amplifiée par un recours commercial aux stocks, car l'offre agricole de la décennie 1990 était insuffisante pour répondre à la demande alimentaire, mais aussi à partir des années 2000 à une demande non alimentaire (principalement pour la production de biocarburants). C'est ainsi que les stocks mondiaux de céréales sont tombés en 2007 à leur plus bas niveau historique depuis 25 ans, soit environ 150 millions de tonnes (l'équivalent de deux mois de consommation mondiale). Nul doute qu'il s'agit là d'un déterminant majeur de la flambée des prix agricoles mondiaux constatée à partir de la fin de l'année 2006.

→ Pour la Science

Est-ce cette flambée des prix qui explique les récentes émeutes de la faim ?

→ Hervé Guyomard

Pour comprendre pourquoi il y a eu ces émeutes de la faim, il nous faut commencer par expliquer pourquoi les prix agricoles ont flambé en 2007 et durant les premiers mois de l'année 2008.

Au début des années 1990, le rythme de croissance de la production agricole mondiale s'affaiblit alors que la demande alimentaire reste dynamique sous l'effet de la démographie, de la croissance économique (notamment dans les pays en développement) et de l'urbanisation. Les stocks mondiaux de produits agricoles servent à pallier le déficit de l'offre relativement à la demande, et ils commencent à diminuer. Au début des années 2000, la demande non alimentaire croissante en biens agricoles pour la production d'agrocarburants, l'augmentation du prix du baril du pétrole et la dépréciation du dollar contribuent à la diminution des stocks et aux premières augmentations des prix agricoles. D'abord modérées, ces augmentations se sont produites de la fin de l'année 2006 jusqu'aux premiers mois de l'année 2008. S'y ajoutent des événements qui vont encore réduire les quantités disponibles sur les marchés mondiaux (des accidents climatiques notamment) et augmenter la demande en biens agricoles (spéculation sur les matières premières agricoles et mesures d'encouragement des importations).

La flambée des prix agricoles s'explique donc par un ensemble de facteurs et on ne peut incriminer un unique responsable. Cette flambée des cours a engendré les émeutes de la faim du premier semestre 2008, non pas parce qu'il n'y avait pas de matières premières agricoles disponibles, mais parce que leur coût d'acquisition était devenu trop

Mieux gérer les stocks mondiaux de céréales reste un enjeu essentiel.



Shutterstock/ Sue Smith

élevé pour les pays les plus pauvres, et plus particulièrement pour les ménages les plus modestes qui consacrent l'essentiel de leurs maigres revenus à l'alimentation. On estime que le nombre de personnes souffrant de la faim a ainsi augmenté de près de 100 millions, ruinant en quelques mois les efforts de deux décennies et portant le nombre de personnes souffrant de la faim dans le monde à près d'un milliard, comme nous l'avons évoqué.

Que s'est-il passé ensuite ? Les émeutes de la faim ont cessé, certes parce que les gouvernements locaux ont réagi (du moins ceux dotés de ressources budgétaires), certes parce que la solidarité internationale a joué (de façon modeste toutefois), mais surtout parce que les prix agricoles ont diminué à compter de l'été 2008 de façon aussi rapide qu'ils avaient augmenté. Pourquoi ? Parce que plusieurs facteurs qui avaient joué à la hausse se sont inversés et ont ainsi exercé une pression à la baisse sur les prix : augmentation des surfaces cultivées et des rendements, bonnes conditions climatiques, diminution du prix du baril du pétrole, raffermissement du cours du dollar, fin de la spéculation sur les matières premières agricoles en réaction, d'abord à la crise des *subprimes* aux États-Unis, ensuite à la crise financière et bancaire mondiale. En d'autres termes, les émeutes de la faim ont cessé parce que la conjoncture a entraîné une baisse des prix agricoles mondiaux et non parce que des mesures politiques efficaces avaient été adoptées. Les mêmes causes produisant les mêmes effets, la planète n'est pas à l'abri de nouvelles émeutes de la faim si la conjoncture est à nouveau défavorable – les stocks mondiaux n'ont été que très partiellement reconstitués – et si l'on ne met pas en place des dispositifs internationaux de lutte contre la volatilité des prix agricoles.

→ Pour la Science

Quelle leçon en tirer pour demain ?

→ Hervé Guyomard

Dans un contexte de mondialisation croissante des économies, les alternances de phases de déficit et de surplus, s'accompagnant de fluctuations à la hausse et à la baisse des prix agricoles, devraient se mul-

tiplier dans la mesure où rien n'est fait – ou si peu – au plan mondial pour lutter contre cette instabilité. Les périodes de hausse des prix pénalisent tous les consommateurs, urbains comme ruraux. Les périodes de baisse fragilisent les producteurs agricoles et réduisent les incitations à investir dans l'activité agricole. L'instabilité des cours agricoles nuit au plus grand nombre, aux consommateurs comme aux producteurs. Elle nécessite d'être maîtrisée, pour que l'on évite de nouvelles émeutes de la faim et que l'on attire de nouveaux capitaux vers l'agriculture. Lisser les fluctuations des cours agricoles nécessite des actions coordonnées à l'échelle mondiale. On en est encore très loin aujourd'hui.

→ Pour la Science

Tentons d'envisager les mesures qui permettraient à la population mondiale en croissance de manger à sa faim. Pourra-t-on comme vous l'avez souligné augmenter la productivité tout en respectant l'environnement et améliorer la gestion des ressources au plan mondial ?

→ Hervé Guyomard

Le défi est grand, pour ne pas dire immense. Avant d'aborder les pistes possibles, rappelons que le monde compte aujourd'hui 6,5 milliards d'habitants et qu'il en comptera plus de neuf milliards à l'horizon 2050. En outre, la croissance de la population aura essentiellement lieu au cours des deux prochaines décennies. C'est donc maintenant qu'il faut agir et trouver les solutions. Pour satisfaire les besoins alimentaires de la planète dans un cadre de développement durable, respectueux des hommes et de la nature, plusieurs leviers devront être simultanément actionnés : mettre en culture de nouvelles terres (à condition qu'elles ne soient pas prises sur les forêts et les espaces naturels), augmenter les rendements, réduire les pertes et les gaspillages ou encore réduire les consommations excessives de produits carnés de façon à libérer des surfaces pour les cultures.

→ Pour la Science

Y a-t-il de nouvelles terres à mettre en culture pour augmenter la production ?

→ Hervé Guyomard

Contrairement à une idée assez répandue, il existe des terres disponibles à mettre en culture sans réduction des forêts et des espaces naturels. Ces terres sont très inégalement réparties, quasi nulles en Asie du Sud, au Proche- et Moyen-Orient, en Afrique du Nord ou dans l'Union européenne, nettement plus importantes en Amérique latine (Argentine, Bolivie, Brésil et Colombie) et en Afrique subsaharienne (Angola, République démocratique du Congo et Soudan). La mise en culture efficace de ces « réserves » se heurte néanmoins à plusieurs obstacles, liés à leur moindre fertilité intrinsèque, au manque d'eau, à la topographie parfois difficile (terains pentus ou isolés). C'est donc sur ces facteurs qu'il faut jouer en priorité, de façon à rendre l'exploitation de ces surfaces économiquement viable.

→ Pour la Science

Quels seront les rendements sur ces nouvelles terres cultivées ?

→ Hervé Guyomard

Durant les dernières décennies, c'est plus par la croissance des rendements que par la progression des terres cultivées qu'il a été possible d'augmenter la production agricole. Il en sera vraisemblablement de même demain. Les rendements sont aujourd'hui très hétérogènes, élevés dans l'Union européenne, mais très faibles en Afrique subsaharienne ou au Proche- et Moyen-Orient. L'augmentation des rendements dans ces pays dans le cadre de pratiques agricoles respectueuses de l'environnement est techniquement possible. Elle requiert de forts investissements dans la recherche, dans les infrastructures visant à assurer aux agriculteurs un accès accru à la mécanisation, à l'eau, aux engrais et aux produits de traitement des cultures. En aval, il faut améliorer les infrastructures de stockage et de transport, avec un double objectif : faciliter l'accès à des marchés plus larges et réduire les pertes durant la récolte ou après. Afin de préserver au mieux les ressources naturelles, les systèmes seront diversifiés et adaptés aux contraintes environnementales locales, et mis en œuvre en s'appuyant sur les savoirs et les savoir-faire des populations indigènes.

→ Pour la Science

Que peut-on espérer économiser en améliorant le stockage ? Et plus généralement en réduisant les pertes et les gaspillages ?

→ Hervé Guyomard

Quelques chiffres pour donner une idée de l'ampleur des pertes et des gaspillages. Au début de ce siècle, les producteurs agricoles de la planète produisaient en moyenne 4 600 kilocalories par habitant et par jour. Sur ce total, environ 600 (soit 13 pour cent) étaient perdues durant la récolte ou juste après, les pertes à ce stade étant proportionnellement plus importantes dans les pays en développement que dans le monde développé. Les 4 000 kilocalories restantes étaient réparties entre l'alimentation des animaux (1 700 kilocalories, soit 42,5 pour cent) et l'alimentation humaine (2 300 kilocalories, soit 57,5 pour cent). Les 1 700 kilocalories végétales utilisées pour nourrir des animaux ne permettaient d'obtenir que 500 kilocalories d'origine animale sous forme d'œufs, de produits laitiers et de viande. Sur les 2 800 kilocalories végétales et animales disponibles pour l'alimentation humaine, 800 étaient encore perdues sous forme de pertes ou de gaspillages lors de la distribution et de la consommation finale, les proportions étant ici nettement plus importantes dans les pays développés que dans les pays en développement. D'après ce calcul, il serait possible, d'une part, de réduire les productions animales au profit des produits végétaux et, d'autre part, de lutter contre les pertes et les gaspillages.

Dans les pays en développement, réduire les pertes et les gaspillages suppose d'abord de lutter contre les ennemis des cultures et de développer les infrastructures de stockage et de transport. Dans les pays développés, les pertes et les gaspillages ont lieu plus loin dans la chaîne de production, lors de la distribution et de la consommation. Le succès – incertain – nécessite des changements dans les stratégies de distribution et les comportements de consommation. Quant à diminuer la consommation de produits animaux, soulignons simplement que cela nécessite d'accepter que l'augmentation du niveau de vie ne s'accompagne pas nécessairement

d'un accroissement des consommations d'huiles, de produits laitiers et de produits carnés au détriment des produits végétaux. Dès lors, il est probable que des politiques publiques fortes, réglementaires, mais aussi incitatives, seront nécessaires pour réduire de façon notable les pertes et les gaspillages à la consommation, et pour limiter la part des produits animaux dans l'alimentation des populations riches.

→ Pour la Science

Outre ces recherches et les améliorations possibles de la production, reste la question que vous avez évoquée de la coordination internationale des ressources. Les spécialistes du climat ont réussi à coordonner leurs études, de sorte que les conclusions de leurs rapports sur le climat ont eu davantage d'écho que s'ils avaient été isolés. Peut-on envisager, à l'image du GIEC, un groupement international de gestion de la ressource alimentaire, un GIGRA ?

→ Hervé Guyomard

Le monde est confronté à au moins trois défis sur le plan environnemental : le changement climatique et la limitation des émissions de gaz à effet de serre, la gestion quantitative et qualitative de la ressource en eau, et la préservation de la biodiversité. Dans les pays tempérés, un réchauffement climatique modéré augmenterait le rendement de la photosynthèse et donc la production agricole. Mais en Afrique subsaharienne, son impact sur l'offre serait vraisemblablement négatif. Et dans tous les pays, les risques d'accidents liés à une forte variabilité des températures et des précipitations seraient accrus. C'est parce que les dangers du réchauffement climatique sont d'ores et déjà visibles et que le phénomène est planétaire que les scientifiques sont parvenus à sensibiliser et mobiliser l'opinion publique et les gouvernements, avec toutefois des poches actives de résistance et des moyens sans nul doute encore insuffisants.

Dans le cas de l'agriculture et de l'alimentation, produire plus et mieux nécessitera des investissements importants, dans les pays du Nord comme dans ceux du Sud. Pour importants qu'ils soient, ces investis-



sements seront toutefois nettement plus faibles que les sommes aujourd'hui injectées pour enrayer la crise financière et bancaire. Une gouvernance mondiale de l'agriculture et de l'alimentation est nécessaire pour sécuriser les investissements requis sur la base de règles claires et acceptées de tous. Cette gouvernance mondiale aurait aussi pour mission de prévenir les situations de crise et si besoin – et besoin il y aura ! – d'en atténuer les effets par des actions coordonnées. Dans ce cadre, les scientifiques ont naturellement un rôle à jouer, à la fois en tant que vigies, mais aussi et surtout, pour proposer des solutions permettant d'augmenter la production agricole et de réduire les pertes, en d'autres termes en inventant les agricultures de demain qui seront nécessairement productives et écologiques.

Hélas, une telle gouvernance mondiale de l'alimentation et de l'agriculture n'existe pas aujourd'hui, malgré les efforts des scientifiques, d'institutions telle la FAO (Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture) ou de nombreuses organisations non gouvernementales. L'enjeu est certes planétaire, mais les pays sont différemment armés pour y faire face.

Ce texte est le résumé d'une conférence que Hervé Guyomard a donnée au Palais de la Découverte.

Hervé Guyomard est directeur scientifique à l'Institut national de la recherche agronomique. L'enregistrement de cette conférence est en ligne sur le site de France Culture : www.radiofrance.fr/chaines/france-culture/nouveau_prog/connaissance/alacarte.php



Réagissez en direct à cet article sur www.pourlascience.fr

HISTOIRE DES SCIENCES

Mary Anning et les débuts de la paléontologie anglaise

Vers 1810, une jeune Anglaise d'origine modeste, Mary Anning, exhume les restes de reptiles marins de l'ère mésozoïque. Elle contribue ainsi à l'essor de la paléontologie.

Alexis DRAHOS

Dans le monde de la paléontologie, le nom de Mary Anning est respecté comme celui d'une chasseuse de fossiles qui mit au jour, en 1812, le premier fossile d'ichthyosaure, un reptile marin contemporain des dinosaures. Au-delà de ce cercle, il demeure méconnu. Cette scientifique amateur, d'humble origine, occupe dans l'histoire de la paléontologie une place particulière : seule femme dans une communauté scientifique masculine, elle figure parmi les pionniers de cette science en Europe.

Au début du XIX^e siècle, le blocus continental imposé par Napoléon au Royaume-Uni empêche ses habitants de voyager sur le continent. Ils redécouvrent alors le territoire national, et explorent son sous-sol. Les propriétaires fonciers se rendent compte des immenses richesses que peuvent recéler leurs terrains. On se met à prospecter, à étudier la composition minéralogique des sols. La construction de ponts, de canaux contribue à faire découvrir la géologie et de nombreux amateurs s'y invitent.

Les strates fossilifères

Les couches rocheuses visibles permettent la mise au jour de fossiles étranges et insoupçonnés. Une nouvelle science s'organise : la stratigraphie, l'étude des strates de roches. Par exemple, le naturaliste et explorateur allemand Alexander von Humboldt est le pre-

mier, en 1795, à définir les couches géologiques des calcaires du Jura, qui donneront leur nom au Jurassique, la deuxième période de l'ère mésozoïque. Ainsi, en cette période de plein renouvellement, l'Europe de l'Ouest et du Nord fournit un climat et un cadre intellectuel particulièrement favorables au développement de la paléontologie.

En 1815, le géologue William Smith publie la première carte géologique de la Grande-Bretagne afin de rendre compte du contenu

AU XIX^e SIÈCLE, LES GÉOLOGUES comprennent que les fossiles permettent de distinguer les terrains et de les dater.

du sous-sol britannique. De père forgeron, il manque de formation académique, ce qui le dessert pour faire reconnaître ses travaux. Mais Smith est l'un des premiers à comprendre que les fossiles permettent de distinguer des couches géologiques et de les dater. Sous son influence, la stratigraphie se développe.

De l'autre côté de la Manche, Georges Cuvier (1769-1832) et Alexandre Brongniart (1770-1847) parviennent aux mêmes conclusions grâce à leurs explorations du Bassin parisien : les fossiles ne sont pas seulement d'anciennes espèces vivantes disparues, mais de véritables marqueurs stratigraphiques. Cependant, la signification des fossiles est encore sujette à débat

pour une grande partie de la population. L'explication la plus commune leur attribue une origine diluvienne. Les fossiles seraient les restes de créatures ayant péri lors du Déluge biblique. Par la suite, ils auraient été enfouis au fur et à mesure que la croûte se reformait. Les œuvres d'art de l'époque expriment clairement le renouvellement du thème du Déluge, par exemple chez John Martin (1789-1854).

L'une des personnalités de l'époque incarnant le mieux cette tradition est le médecin James Parkinson (1755-1828). Célèbre pour avoir donné son nom à une maladie neurologique, il est également paléontologue amateur et un des membres fondateurs de la Société géologique de Londres. En géologie, Parkinson est connu pour son livre *Restes organiques de l'An-*

cien Monde, dont il a publié le premier volume en 1804. Richement illustré, cet ouvrage est ancré toutefois dans la science du passé. Il évoque par exemple les travaux du naturaliste suisse Johann Scheuchzer, datant du début du XVIII^e siècle. Mais l'ouvrage fait de nombreux adeptes, parmi lesquels Gideon Mantell (1790-1852). Ce médecin mène lui aussi une activité de paléontologue. Il est l'un des premiers scientifiques à exhumer un dinosaure sur le sol britannique.

Une autre grande personnalité de la géologie britannique est le révérend William Buckland (1784-1856). Passionné par les fossiles depuis l'enfance, il se situe à mi-chemin entre une tradition religieuse appuyée sur les écrits bibliques et un cou-